

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-215516

(P2000-215516A)

(43)公開日 平成12年8月4日(2000.8.4)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 1 1 B 7/24

識別記号

5 3 8

5 2 2

5 3 3

5 3 5

F I

G 1 1 B 7/24

テマコード\*(参考)

5 3 8 C

5 3 8 A

5 2 2 R

5 3 3 J

5 3 5 D

審査請求 未請求 請求項の数34 O L (全 19 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平11-218722

(22)出願日 平成11年8月2日(1999.8.2)

(31)優先権主張番号 特願平10-221924

(32)優先日 平成10年8月5日(1998.8.5)

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(31)優先権主張番号 特願平10-329890

(32)優先日 平成10年11月19日(1998.11.19)

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 北浦 英樹

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(72)発明者 河原 克巳

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(74)代理人 100095555

弁理士 池内 寛幸 (外1名)

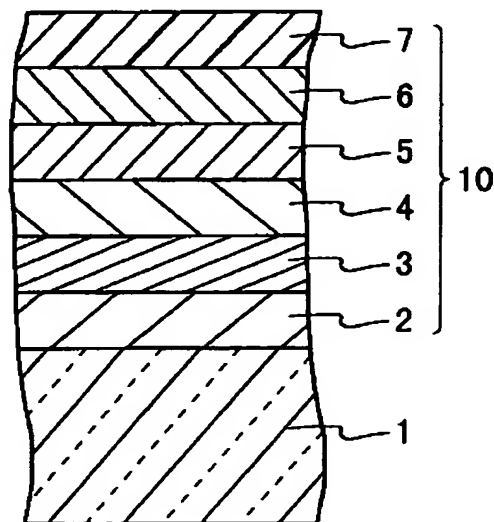
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学的情報記録媒体とその製造方法、その記録再生方法および記録再生装置

(57)【要約】

【課題】 クロスイレースが抑制され、高密度の情報の記録再生に好適な光学的情報記録媒体、高密度・高線速度なオーバーライトにおいても消去率が高く、かつジッタの小さい情報の記録再生が可能な光学的情報記録媒体を提供する。

【解決手段】 透明基板1上に、下側保護層2、記録層3、上側保護層4、中間層5、反射層6を順次積層し、熱伝導率を反射層、中間層、上側保護層の順に大きくし、記録層膜厚を4~16nmとする。また、中間層に代えて光吸収層を用い、光吸収層の屈折率が反射層の屈折率よりも2~6大きく、反射層を光吸収層よりも厚く形成する。あるいは光吸収層の膜厚 $d_1$ が、この層の屈折率を $n_1$ 、消衰係数を $k_1$ として、 $0.1\lambda/(n_1 \cdot k_1) \leq d_1 \leq 1.0\lambda/(n_1 \cdot k_1)$ の範囲とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明基板と、前記透明基板上に形成された多層膜とを含み、前記多層膜が、前記透明基板に近い側から順に、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる2状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、中間層および反射層を含み、前記上側保護層、前記中間層および前記反射層の熱伝導率が前記記録層から遠い層ほど大きく、前記記録層の膜厚が4nm以上16nm以下であることを特徴とする光学的情報記録媒体。

【請求項2】 記録層の膜厚が6nm以上14nm以下である請求項1に記載の光学的情報記録媒体。

【請求項3】 反射層が、Au、Ag、CuおよびAlから選ばれる少なくとも1つを含む請求項1または2に記載の光学的情報記録媒体。

【請求項4】 中間層が、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Mn、Os、Al、Ga、In、C、Si、Ge、Sn、Pb、SbおよびBiから選ばれる少なくとも1つの元素を含む請求項1～3のいずれかに記載の光学的情報記録媒体。

【請求項5】 中間層が、酸化物、窒化物、炭化物、硫化物、フッ化物、セレン化物およびテルル化合物から選ばれる少なくとも1つの化合物からなる請求項4に記載の光学的情報記録媒体。

【請求項6】 中間層が、元素間化合物からなる請求項4に記載の光学的情報記録媒体。

【請求項7】 透明基板と、前記透明基板上に形成された多層膜とを含み、前記多層膜が、前記透明基板に近い側から順に、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる2状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、光吸収層および反射層を含み、前記光ビームの波長 $\lambda$ における前記光吸収層の屈折率 $n_1$ と前記反射層の屈折率 $n_2$ との差 $\Delta n = n_1 - n_2$ が2以上6以下であり、かつ、前記反射層の膜厚が前記光吸収層の膜厚以上であることを特徴とする光学的情報記録媒体。

【請求項8】 光吸収層の膜厚 $d_1$ が、前記光吸収層の消衰係数を $k_1$ として、 $0.1\lambda / (n_1 \cdot k_1) \leq d_1 \leq 1.0\lambda / (n_1 \cdot k_1)$ の範囲にある請求項7に記載の光学的情報記録媒体。

【請求項9】 透明基板と、前記透明基板上に形成された多層膜とを含み、前記多層膜が、前記透明基板に近い側から順に、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる2状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、光吸収層および反射層を含み、前記光吸収層の膜厚 $d_1$ が、前記光ビームの波長を $\lambda$ 、前記波長 $\lambda$ における前記光吸収層の屈折率および消衰係数をそれぞれ $n_1$ および $k_1$ として、 $0.1\lambda / (n_1 \cdot k_1) \leq d_1 \leq 1.0\lambda / (n_1 \cdot k_1)$ の範囲にあることを特徴とする光学的情報記録媒体。

【請求項10】 反射層が、Au、AgおよびCuから

選ばれる少なくとも1つを含む請求項7～9のいずれかに記載の光学的情報記録媒体。

【請求項11】 光吸収層が、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Mn、Os、Al、Ga、In、C、Si、Ge、Sn、Pb、SbおよびBiから選ばれる少なくとも1つの元素を含む請求項7～10のいずれかに記載の光学的情報記録媒体。

【請求項12】 光吸収層が、酸化物、窒化物、炭化物、硫化物、フッ化物、セレン化物およびテルル化合物から選ばれる少なくとも1つの化合物からなる請求項11に記載の光学的情報記録媒体。

【請求項13】 光吸収層が、元素間化合物からなる請求項11に記載の光学的情報記録媒体。

【請求項14】 記録層の膜厚が4nm以上16nm以下である請求項6～13のいずれかに記載の光学的情報記録媒体。

【請求項15】 下側保護層と記録層との間、および記録層と上側保護層との間の少なくとも一方の界面に、さらに界面層を備えた請求項1～14のいずれかに記載の光学的情報記録媒体。

【請求項16】 界面層が、Ge、Si、Cr、TiおよびAlから選ばれる少なくとも一つを含む請求項15に記載の光学的情報記録媒体。

【請求項17】 上側保護層の膜厚が10nm以上200nm以下である請求項1～16のいずれかに記載の光学的情報記録媒体。

【請求項18】 記録層が、Ge、SbおよびTeを含む請求項1～17のいずれかに記載の光学的情報記録媒体。

【請求項19】 記録層がGe、SbおよびTeを主成分とし、さらに6.0原子%以下のNを含む請求項18に記載の光学的情報記録媒体。

【請求項20】 上側保護層および下側保護層から選ばれる少なくとも一層が、60～100mol%のZnSおよび40～0mol%のSiO<sub>2</sub>を含有する請求項1～19のいずれかに記載の光学的情報記録媒体。

【請求項21】 光ビームが記録媒体に反射される比率である反射率および記録層に吸収される比率である吸収率を、それぞれ前記記録層が結晶相である場合にはRcr yおよびAcry、前記記録層がアモルファス相である場合にはRamoおよびAamoとして、反射率差(Rcry-Ramo)が5%以上であり、かつ、吸収率比(Acry/Aamo)が1.0以上である請求項1～20のいずれかに記載の光学的情報記録媒体。

【請求項22】 透明基板と、前記透明基板上に前記透明基板に近い側から順に形成された、第1情報層、分離層および第2情報層とを含み、前記第1情報層および前記第2情報層が、それぞれ、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる2状態間で可逆的に変化する記録層を含み、

前記第2情報層が、請求項1～21のいずれかに記載の多層膜であることを特徴とする光学的情報記録媒体。

【請求項23】 透明基板上に、前記透明基板に近い側から順に、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる2状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、中間層および反射層を含む多層膜を形成する工程を含み、前記上側保護層、前記中間層および前記反射層の熱伝導率を前記記録層から遠い層ほど大きく、前記記録層の膜厚を4nm以上16nm以下とすることを特徴とする光学的情報記録媒体の製造方法。

【請求項24】 透明基板上に、前記透明基板に近い側から順に、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる2状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、光吸収層および反射層を含む多層膜を形成する工程を含み、前記光ビームの波長 $\lambda$ における前記光吸収層の屈折率 $n_1$ と前記反射層の屈折率 $n_2$ との差 $\Delta n = n_1 - n_2$ が2以上6以下であり、かつ、前記反射層の膜厚を前記光吸収層の膜厚以上とすることを特徴とする光学的情報記録媒体の製造方法。

【請求項25】 透明基板上に、前記透明基板に近い側から順に、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる2状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、光吸収層および反射層を含む多層膜を形成する工程を含み、前記光吸収層の膜厚を $d_1$ 、前記光ビームの波長を $\lambda$ 、前記波長 $\lambda$ における前記光吸収層の屈折率および消衰係数をそれぞれ $n_1$ および $k_1$ として、 $0.1\lambda / (n_1 \cdot k_1) \leq d_1 \leq 1.0\lambda / (n_1 \cdot k_1)$ が成立するように前記光吸収層を形成することを特徴とする光学的情報記録媒体の製造方法。

【請求項26】 透明基板上に第1情報層を形成する工程と、保護基板上に第2情報層を形成する工程と、前記透明基板と前記保護基板とを分離層を介して貼り合わせることに、前記透明基板上に、前記第1情報層、前記分離層および前記第2情報層をこの順に形成する工程とを含み、

前記第2情報層が、前記透明基板に近い側から、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる2状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、中間層および反射層をこの順に含み、前記上側保護層、前記中間層および前記反射層の熱伝導率を前記記録層から遠い層ほど大きく、前記記録層の膜厚が4nm以上16nm以下となるように、前記第2情報層を前記保護基板上に形成することを特徴とする光学的情報記録媒体の製造方法。

【請求項27】 透明基板上に第1情報層を形成する工程と、保護基板上に第2情報層を形成する工程と、前記透明基板と前記保護基板とを分離層を介して貼り合わせることに、前記透明基板上に、前記第1情報層、前記分離層および前記第2情報層をこの順に形成する工程とを含み、

前記第2情報層が、前記透明基板に近い側から、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる2状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、光吸収層および反射層をこの順に含み、前記光ビームの波長 $\lambda$ における前記光吸収層の屈折率 $n_1$ と前記反射層の屈折率 $n_2$ との差 $\Delta n = n_1 - n_2$ が2以上6以下であり、かつ、前記反射層の膜厚が前記光吸収層の膜厚以上となるように、前記第2情報層を前記保護基板上に形成することを特徴とする光学的情報記録媒体の製造方法。

【請求項28】 透明基板上に第1情報層を形成する工程と、保護基板上に第2情報層を形成する工程と、前記透明基板と前記保護基板とを分離層を介して貼り合わせることに、前記透明基板上に、前記第1情報層、前記分離層および前記第2情報層をこの順に形成する工程とを含み、

前記第2情報層が、前記透明基板に近い側から順に、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる2状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、光吸収層および反射層をこの順に含み、前記光吸収層の膜厚を $d_1$ 、前記光ビームの波長を $\lambda$ 、前記波長 $\lambda$ における前記光吸収層の屈折率および消衰係数をそれぞれ $n_1$ および $k_1$ として、 $0.1\lambda / (n_1 \cdot k_1) \leq d_1 \leq 1.0\lambda / (n_1 \cdot k_1)$ が成立するように、前記第2情報層を前記保護基板上に形成することを特徴とする光学的情報記録媒体の製造方法。

【請求項29】 記録層を200nm/分以下の速度で成膜する請求項23～28のいずれかに記載の光学的情報記録媒体の製造方法。

【請求項30】 記録層を、不活性ガスと窒素ガスとを含み、前記記録層に窒素原子が6.0原子%以下含有されるように前記窒素ガスの含有量を調整した雰囲気中において成膜する請求項23～29のいずれかに記載の光学的情報記録媒体の製造方法。

【請求項31】 請求項1～22のいずれかに記載の光学的情報記録媒体に光ビームを透明基板側から入射させて情報を記録再生する方法であって、前記光ビームの強度を、照射部を瞬時溶融させることができるパワーレベル $P_1$ 、照射部を瞬時溶融させることができないパワーレベル $P_2$ および $P_3$ （ただし、 $P_1 > P_2 \geq P_3 \geq 0$ ）、および記録層の記録マークの光学的な状態が変化せず、かつ照射により前記記録マークの再生に足る反射が得られるパワーレベル $P_0$ （ただし、 $P_1 > P_0 > 0$ ）により表示したときに、前記記録層に記録する少なくとも1つの記録マークを、光ビームをパワーレベル $P_1$ と $P_3$ との間で変調することにより生成させた一群のパルスからなる記録パルス列により形成し、記録マークを形成しない場合には光ビームをパワーレベル $P_2$ に保持し、パワーレベル $P_0$ の光ビームを照射することにより、前記記録層に記録した情報を再生することを特徴とする光

学的情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項 3 2】 記録パルス列の直後にパワーレベル  $P_4$  (ただし、 $P_2 > P_4 \geq 0$ ) の冷却区間を設ける請求項 3 1 に記載の光学的情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項 3 3】 記録パルス列の少なくとも一部を、パルス幅および各パルス間の間隔が略同一となるように生成させる請求項 3 1 または 3 2 に記載の光学的情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項 3 4】 請求項 1 ～ 2 2 のいずれかに記載の光学的情報記録媒体と、前記光学的情報記録媒体に照射される光ビームを発生させる光ビーム発生手段と、前記光ビームの強度を変調させる光ビーム強度変調手段とを備え、

前記光ビームの強度を、照射部を瞬時溶融させることができるパワーレベル  $P_1$ 、照射部を瞬時溶融させることができないパワーレベル  $P_2$  および  $P_3$  (ただし、 $P_1 > P_2 \geq P_3 \geq 0$ )、および記録層の記録マークの光学的な状態が変化せず、かつ照射により前記記録マークの再生に足る反射が得られるパワーレベル  $P_0$  (ただし、 $P_1 > P_0 > 0$ ) により表示したときに、

前記光ビーム強度変調手段が、記録マークを形成することにより情報を記録する場合には、光ビームをパワーレベル  $P_1$  と  $P_3$  との間で変調することにより生成させた一群のパルスからなる記録パルス列により前記記録マークの少なくとも 1 つを形成し、記録マークを形成しないときには光ビームの強度をパワーレベル  $P_2$  に保持し、前記記録層に記録した情報を再生する場合には、光ビームの強度をパワーレベル  $P_0$  に保持することを特徴とする光学的情報記録媒体の記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、基板上に形成された薄膜に、レーザービーム等の高エネルギーの光ビームを照射することにより、信号品質の高い情報信号を記録・再生することのできる光学的情報記録媒体、その製造方法、その記録再生方法、および光学的記録再生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 基板上に形成したカルコゲン材料等の薄膜に、照射条件を調整しながらレーザー光線を照射して局所的な加熱を行うと、照射部分を光学定数（屈折率  $n$ 、消衰係数  $k$ ）の異なる非晶質相と結晶相との間で相変化させることができる。このような相変化を利用して、特定の波長の光に対する反射光量または透過光量の差を信号として検出する高速・高密度情報記録を行う媒体とその利用方法の開発が行われてきた。

【0003】 相変化記録においては、単一のレーザービームのみを使い、レーザー出力を記録レベルと消去レベルの 2 レベル間で情報信号に応じて変調し情報トラック上に照射すると、既存の信号を消去しつつ新しい信号を

記録することが可能となる（例えば特開昭 56-145530 号公報）。この方法は、光磁気記録に要するような磁気回路部品が不要であってヘッドを簡素化できる点、消去と記録とが同時に行えるために書換時間を短縮できる点で有利である。

【0004】 相変化記録を高密度化するためには、記録に用いる光源の短波長化、対物レンズの高 NA（開口数）化等によってより小さい記録マークを形成し、円盤状の基板における記録マークの周方向の線密度および径方向のトラック密度を向上させる手法が採用されている。また、周方向の密度向上のためには記録マークの長さに情報を持たせるマークエッジ記録が、径方向の密度向上のためには基板上に設けられたレーザー光案内用の溝であるグループとその案内溝間のランドの両方を記録トラックとするランド&グループ記録がそれぞれ提案されている。

【0005】 また、高密度化のみならず、情報処理速度、すなわち情報の記録再生の速度を向上させることも重要であり、そのために、同じ半径位置でも高い回転数でディスクを回転させて記録再生を行う高線速度化についても検討が進められている。

【0006】 さらに、記録可能な情報層を分離層を介して複数積層し、容量を倍増させた記録媒体（例えば特開平 9-212917 号公報）、およびこのような複数の情報層のいずれか一つを選択して記録再生を行うための層認識手段や層切り換え手段（例えば特表平 10-505188 号公報）が提案されている。

【0007】 記録の高密度化を進展させると、オーバーライト歪や繰り返し劣化も問題となるが、特に、あるトラックに記録マークを記録した際に、隣のトラックの記録マークを部分的にでも消してしまう現象（以下、「クロスイレース」という）が問題となる。クロスイレースは、径方向の記録密度を向上させるためにトラックの間隔を短くするほど顕著となる。特にランド&グループ記録においては、グループまたはランドの一方のみに記録する場合に比べて記録マーク同士の径方向の間隔がおおよそ半分となるために影響が大きくなる。

【0008】 クロスイレースは、記録時に絞り込まれたレーザー光のスポットが記録しようとするトラックに隣接するトラックにまで影響を及ぼすために生じる。具体的には、レーザー光による隣接トラックの直接加熱、および記録しようとするトラックからの熱伝導による隣接トラックの間接加熱が、クロスイレース発生の要因となっていると考えられる。

【0009】 また、単一ビームによるオーバーライトの場合、非晶質部と結晶部とで光吸収率が異なり、また、結晶部では融解潜熱が必要であるために、両者の間に、同じパワーのビームを照射した場合の到達温度の差が生じ、オーバーライト時にオーバーライト前の信号の影響を受けてマークエッジ位置の不揃いが生じてしまう。そ

して、これにより、再生信号の時間軸方向の誤差（ジッタ）の増大や消去率の低下が起きてしまう。この現象は、記録の高線速度・高密度化、とりわけマークエッジ記録方式の導入に際して大きな問題となる。

【0010】この問題を解決するためには、結晶部と非晶質部における、同じパワーのビームを照射した場合の到達温度を等しくする必要がある。そして、そのためには、波長 $\lambda$ のレーザービームを照射したときの、結晶部の吸収率を $A_{cry}$ 、非晶質部のそれを $A_{amo}$ として、結晶部の融解潜熱分を補償するために光吸収率比 $A_{cry}/A_{amo}$ が1.0よりも大きいことが必要である。加えて、波長 $\lambda$ のレーザービームを照射したときの、結晶部の反射率を $R_{cry}$ 、非晶質部のそれを $R_{amo}$ として、高い $C/N$ 比を得るために反射率差 $\Delta R = R_{cry} - R_{amo}$ が大きいことが望ましい。

【0011】従来、上記のように $A_{cry}/A_{amo}$ と $\Delta R$ を共に大きくする技術として、反射層を有さない3層構成（特開平3-113844号公報、特開平5-298748号公報）、反射率の低い材料を用いた反射層、あるいは膜厚が十分薄い反射層を有する4層構成（特開平4-102243号公報、特開平5-298747号公報）などが提案されている。

【0012】しかし、上記のような手段を用いて $A_{cry}/A_{amo}$ と $\Delta R$ とを共に大きくしても、十分な記録再生特性が得られるとは限らない。例えば、反射層の膜厚が薄い場合や反射層の熱伝導率が低い場合には、記録層の光吸収から生じる発熱を反射層に逃がす、いわゆる冷却能が不十分となり、非晶質化の妨げとなる。この現象は、特に非晶質であるマークの前端部分で顕著であり、マーク前端部分の幅がマーク後端部分の幅よりも小さくなるというアンバランスが生じてしまう。また、マークエッジ位置が物理的に所望の位置からずれてしまうばかりでなく、マーク幅が均一でないために、電気信号としてのエッジ位置がさらに大きくずれてしまい、その結果、ジッタの増大につながってしまう。これは、高密度・高線速度な記録において大きな問題となる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、クロスイレースの小さい、高密度の情報の記録再生に好適な光学的情報記録媒体を提供することを目的とする。また、本発明は、高密度・高線速度のオーバーライトにおいても消去率が高く、かつ、ジッタの小さい情報の記録再生が可能な光学的情報記録媒体を提供することを目的とする。さらに、本発明は、これらの光学的情報記録媒体の製造方法および記録再生方法、ならびに上記光学的情報記録媒体を利用した光学的情報記録再生装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の第1の光学的情報記録媒体は、透明基板

と、この透明基板上に形成された多層膜とを含み、この多層膜が、上記透明基板に近い側から順に、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる2状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、中間層および反射層を含み、上側保護層、中間層および反射層の熱伝導率が上記記録層から遠い層ほど大きく、上記記録層の膜厚が4nm以上16nm以下であることを特徴とする。

【0015】このような光学的情報記録媒体とすることにより、記録層から多層膜の厚さ方向への熱伝導が促進され、クロスイレースを低減することが可能となる。記録層の膜厚については、6nm以上14nm以下であることが好ましい。

【0016】本発明の第2の光学的情報記録媒体は、透明基板と、前記透明基板上に形成された多層膜とを含み、前記多層膜が、前記透明基板に近い側から順に、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる2状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、光吸収層および反射層を含み、前記光ビームの波長 $\lambda$ における前記光吸収層の屈折率 $n_1$ と前記反射層の屈折率 $n_2$ との差 $\Delta n = n_1 - n_2$ が2以上6以下であり、かつ、前記反射層の膜厚が前記光吸収層の膜厚以上であることを特徴とする。

【0017】このような光学的情報記録媒体とすることにより、 $A_{cry}/A_{amo}$ と $\Delta R$ とを共に大きくすることができ、十分な冷却効果を得ることができる。その結果、高密度・高線速度なオーバーライトにおいても消去率が高く、かつ、ジッタの小さい情報の記録再生が可能な光学的情報記録媒体を実現することができる。

【0018】上記第2の光学的情報記録媒体においては、光吸収層の膜厚が、前記光吸収層の消衰係数を $k_1$ として、 $0.1\lambda / (n_1 \cdot k_1) \leq d_1 \leq 1.0\lambda / (n_1 \cdot k_1)$ の範囲が好ましい。この好ましい例によれば、 $C/N$ 比、消去率およびジッタについて良好な値が得られる。

【0019】また、本発明の第3の光学的情報記録媒体は、透明基板と、前記透明基板上に形成された多層膜とを含み、前記多層膜が、前記透明基板に近い側から順に、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる2状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、光吸収層および反射層を含み、前記光吸収層の膜厚 $d_1$ が、前記光ビームの波長を $\lambda$ 、前記波長 $\lambda$ における前記光吸収層の屈折率および消衰係数をそれぞれ $n_1$ および $k_1$ として、 $0.1\lambda / (n_1 \cdot k_1) \leq d_1 \leq 1.0\lambda / (n_1 \cdot k_1)$ の範囲にあることを特徴とする。

【0020】本発明の光学的情報記録媒体は、複数の記録層を備えていてもよく、記録層を含む多層膜からなる2以上の情報層を含んでいてもよい。この場合、2以上の情報層は、分離層を介して積層されていることが好ましい。このような光学的情報記録媒体は、例えば、透明

基板と、前記透明基板上に前記透明基板に近い側から順に形成された、第1情報層、分離層および第2情報層を含んでいる。

【0021】このように2層の情報層を備えている場合、特に制限されないが、上記に説明した多層膜の各構成は第2の情報層に適用することが好ましい。レーザー光が入射する透明基板側から見て遠い第2情報層は、高感度であることが重要となる。上記多層膜では、中間層または光吸収層が、記録層と同様、レーザー光を吸収するために記録層が昇温しやすくなって良好な感度が得られる。しかも、上記多層膜では、発熱が、熱伝導率が高い反射層による速やかな冷却により解消される。このため、記録層内での熱拡散が増大せず、クロスイレース特性の劣化を抑制できる。

【0022】本発明の光学的情報記録媒体の第1の製造方法は、透明基板上に、前記透明基板に近い側から順に、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる2状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、中間層および反射層を含む多層膜を形成する工程を含み、前記上側保護層、前記中間層および前記反射層の熱伝導率を前記記録層から遠い層ほど大きく、前記記録層の膜厚を4nm以上16nm以下とすることを特徴とする。この製造方法により、クロスイレースが低減された光学的情報記録媒体を得ることができる。

【0023】本発明の光学的情報記録媒体の第2の製造方法は、透明基板上に、前記透明基板に近い側から順に、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる2状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、光吸収層および反射層を含む多層膜を形成する工程を含み、前記光ビームの波長 $\lambda$ における前記光吸収層の屈折率 $n_1$ と前記反射層の屈折率 $n_2$ との差 $\Delta n = n_1 - n_2$ が2以上6以下であり、かつ、前記反射層の膜厚を前記光吸収層の膜厚以上とすることを特徴とする。この製造方法により、高密度・高線速度なオーバーライトにおいても消去率が高く、かつ、ジッタの小さい情報の記録再生が可能な光学的情報記録媒体を得ることができる。

【0024】本発明の光学的情報記録媒体の第3の製造方法は、透明基板上に、前記透明基板に近い側から順に、下側保護層、光ビームの照射により光学的に検出可能な異なる2状態間で可逆的に変化する記録層、上側保護層、光吸収層および反射層を含む多層膜を形成する工程を含み、前記光吸収層の膜厚を $d_1$ 、前記光ビームの波長を $\lambda$ 、前記波長 $\lambda$ における前記光吸収層の屈折率および消衰係数をそれぞれ $n_1$ および $k_1$ として、 $0.1\lambda / (n_1 \cdot k_1) \leq d_1 \leq 1.0\lambda / (n_1 \cdot k_1)$ が成立するように前記光吸収層を形成することを特徴とする。

【0025】上記各製造方法は、2以上の情報層を備えた光学的情報記録媒体にも適用できる。この場合、透明基板上に第1情報層を形成する工程と、保護基板上に第

2情報層を形成する工程と、前記透明基板と前記保護基板とを分離層を介して貼り合わせることににより、前記透明基板上に、前記第1情報層、前記分離層および前記第2情報層をこの順に形成する工程とを含む製造方法とすることが好ましい。この場合、保護基板は、情報層を保護する層として機能する。この場合も、上記で説明した多層膜の各構成が第2情報層に適用されるように、保護基板上に第2情報層を形成することが好ましい。

【0026】本発明の光学的情報記録媒体の記録再生方法は、上記に記載した本発明の光学的情報記録媒体に光ビームを透明基板側から入射させて情報を記録再生する方法であって、前記光ビームの強度を、照射部を瞬時熔融させることができるパワーレベル $P_1$ 、照射部を瞬時熔融させることができないパワーレベル $P_2$ および $P_3$ （ただし、 $P_1 > P_2 \geq P_3 \geq 0$ ）、および記録層の記録マークの光学的な状態が変化せず、かつ照射により前記記録マークの再生に足る反射率が得られるパワーレベル $P_0$ （ただし、 $P_1 > P_0 > 0$ ）により表示したときに、前記記録層に記録する少なくとも1つの記録マークを、光ビームをパワーレベル $P_1$ と $P_3$ との間で変調することにより生成させた一群のパルスからなる記録パルス列により形成し、記録マークを形成しない場合には光ビームをパワーレベル $P_2$ に保持し、パワーレベル $P_0$ の光ビームを照射することにより、前記記録層に記録した情報を再生することを特徴とする。

【0027】このように、強度を変調させて生成させたパルス列により記録マークを形成することにより、例えば上記第1の光学的情報記録媒体を用いると、クロスイレースを抑制しながら情報を記録再生することが可能となる。また例えば、上記第2または第3の光学的情報記録媒体を用いると、特に長いマークを形成する場合に、過剰な熱を除いてマーク幅を均一化できる。

【0028】上記各記録再生方法は、2以上の情報層を備えた光学的情報記録媒体にも適用できる。この場合は、光ビームを透明基板側から入射させて、第1情報層および第2情報層に含まれる記録層の状態を変化させることが好ましい。

【0029】本発明の光学的情報記録媒体の記録再生装置は、上記に記載した本発明の光学的情報記録媒体と、前記光学的情報記録媒体に照射される光ビームを発生させる光ビーム発生手段と、前記光ビームの強度を変調させる光ビーム強度変調手段とを備え、前記光ビームの強度を、照射部を瞬時熔融させることができるパワーレベル $P_1$ 、照射部を瞬時熔融させることができないパワーレベル $P_2$ および $P_3$ （ただし、 $P_1 > P_2 \geq P_3 \geq 0$ ）、および記録層の記録マークの光学的な状態が変化せず、かつ照射により前記記録マークの再生に足る反射が得られるパワーレベル $P_0$ （ただし、 $P_1 > P_0 > 0$ ）により表示したときに、前記光ビーム強度変調手段が、記録層に記録マークを形成することにより情報を記録する場



合には、光ビームをパワーレベル $P_1$ と $P_3$ との間で変調することにより生成させた一群のパルスからなる記録パルス列により前記記録マークの少なくとも1つを形成し、記録マークを形成しないときには光ビームの強度をパワーレベル $P_2$ に保持し、前記記録層に記録した情報を再生する場合には、光ビームの強度をパワーレベル $P_0$ に保持することを特徴とする。

【0030】上記各記録再生装置は、2以上の情報層を備えた光学的情報記録媒体にも適用できる。この場合、透明基板側からレーザ光が入射するように、光ビーム発生手段を記録媒体の透明基板側に配置することが好ましい。

#### 【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施の形態について説明する。

【0032】(第1の実施形態)本実施形態では、主として、本発明の第1の光学的情報記録媒体について説明する。本発明者は、基板上に形成する多層膜の様々な層構成を検討した結果、クロスイレースには、記録層の膜厚、および記録層より空気側(基板とは反対側)の層の熱伝導率の関係が大きく影響を及ぼすことを見出し、この形態の媒体を完成させた。

【0033】上記光学的情報記録媒体においては、上側保護層の膜厚が10nm以上であることが好ましい。上側保護層が薄すぎると、記録層と中間層との間の距離が短くなりすぎ、中間層自体が有する熱の影響により、結果的に記録層から中間層への熱伝導が抑制されるからである。また、上側保護層の膜厚は200nm以下が好ましい。

【0034】また、上記光学的情報記録媒体においては、記録層に接するように形成された界面層をさらに含むことが好ましい。界面層は、上側保護層と記録層との間、下側保護層と記録層との間の少なくとも一方の界面に形成される。界面層としては、Geを含有する層であることが好ましい。上側保護層および/または下側保護層と、記録層との間の原子の相互拡散を抑制できるからである。界面層は、Ge、Si、Cr、TiおよびAlから選ばれる少なくとも一つを含むことが好ましい。

【0035】また、上記光学的情報記録媒体においては、記録層がGe、SbおよびTeを含むことが好ましい。記録層において消去と記録とを同時に行う場合の材料として好適だからである。記録層は、Ge、SbおよびTeを主成分とし、さらに6.0原子%以下のNを含むことがさらに好ましい。繰り返し特性の改善に有効だからである。

【0036】また、上記光学的情報記録媒体においては、上側保護層および/または下側保護層が、ZnSを60~100モル%、SiO<sub>2</sub>を40~0モル%含有することが好ましい。このような保護層は、耐熱性に優れ、適当な熱伝導率を有し、さらに媒体の光学特性の調

整に適当な屈折率を備えているからである。

【0037】また、上記光学的情報記録媒体においては、反射層がAu、Ag、CuおよびAlから選ばれる少なくとも1つを含むことが好ましい。これら金属を含む合金を用いてもよい。

【0038】また、上記光学的情報記録媒体においては、中間層が、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Mn、Os、Al、Ga、In、C、Si、Ge、Sn、Pb、SbおよびBiから選ばれる少なくとも1つの元素を含むことが好ましい。さらに具体的には、上記元素から選ばれる少なくとも1つを含む酸化物、窒化物、炭化物、硫化物、フッ化物、セレン化物およびテルル化物から選ばれる少なくとも1つの化合物からなることが好ましい。中間層は、その熱伝導率が上側保護層の熱伝導率と反射層の熱伝導率の間の値を有するような材料から構成される。

【0039】また、中間層は、例えばGe-Cr、Si-Wのような、上記元素の元素間化合物からなることが好ましい。なお、本明細書では、2以上の元素からなる化合物を元素間化合物という。

【0040】また、上記光学的情報記録媒体においては、光ビームが記録媒体に反射される比率である反射率および記録層に吸収される比率である吸収率を、それぞれ記録層が結晶相である場合にはRcryおよびAcry、記録層がアモルファス相である場合にはRamoおよびAamoとして、反射率差(Rcry-Ramo)が5%以上(%表示で5ポイント以上)であり、かつ、吸収率比(Acry/Aamo)が1.0以上であることが好ましい。

【0041】また、この光学的情報記録媒体の製造方法では、記録層を200nm/分以下の速度で成膜することが好ましい。記録層の膜厚精度を確保するためである。

【0042】また、記録層を、不活性ガスと窒素ガスとを含み、記録層に窒素原子が6.0原子%以下含有されるように上記窒素ガスの含有量を調整した雰囲気中において成膜することが好ましい。

【0043】この光学的情報記録媒体の記録再生方法では、記録パルス列の少なくとも一部を、パルス幅および各パルス間の間隔が略同一となるように生成させることが好ましい。

【0044】また、上記光学的情報記録媒体の記録再生方法においては、記録パルス列の最後のパルスの直後にパワーレベル $P_4$ (ただし、 $P_2 > P_4 \geq 0$ )の冷却区間を設けることが好ましい。

【0045】以下、本実施形態を図面を参照しながら具体的に説明する。図1および図2は、それぞれ、本実施形態の光ディスクの部分断面図および部分斜視図である。図1に示したように、この光ディスクには、透明なディスク基板1上に、下側保護層2、記録層3、上側保護層4、中間層5、反射層6が順次積層され、さらにオ

ーバーコート層7が設けられて構成されている。また、図2に示したように、基板1には深さDのグループ8が形成されているため、上記各層からなる積層膜10の表面にも互いに平行な凹部および凸部がそれぞれグループ8およびランド9として形成されている。記録層3には、基板1側から光ビームとしてレーザー光が照射され、記録マーク11が形成される。図2に示したように、高密度記録のためにはグループ8およびランド9の両方に記録マークを形成することが好ましい(ランド&グループ記録)。

【0046】基板1としては、ポリカーボネイト樹脂、ポリメチルメタクリレート樹脂、ポリオレフィン樹脂、アトーン樹脂、ガラス等の透明材料を用いることができる。なお、基板1の厚さは、特に限定されないが、0.1mm〜2.0mmが好ましい。

【0047】下側保護層2および上側保護層4は、レーザー光照射時の基板1または記録層3の熱的損傷によるノイズ増加の抑制、およびレーザー光に対する反射率、吸収率および反射光の位相調整等のために形成される。保護層2、4としては、例えば、Sc、Y、Ce、La、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Zn、Al、Si、Te等の酸化物、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Zn、B、Al、Ga、In、Si、Ge、Sn、Pb等の窒化物、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Zn、B、Al、Ga、In、Si等の炭化物、Zn、Cd、Ga、In、Si、Ge、Sn、Pb、Sb、Bi等の硫化物、セレン化物もしくはテルル化物、Mg、Ca等のフッ化物、C、Si、Ge等の単体、またはこれらの混合物からなる誘電体材料を用いることができる。

【0048】上側保護層4の膜厚は、10nm以上200nm以下が好ましい。上側保護層4が薄すぎると、上記のように中間層5自体が有する熱の影響により記録層3から中間層5への熱の逃げが悪くなる。このように層の厚さ方向への熱伝導が低下すると記録層3の面内での熱拡散が大きくなるためにクロスイレースが増大するおそれがある。上側保護層4を10nm以上とすると、例えばトラックピッチ(隣接する一対のランドおよびグループの幅の平均(グループピッチの1/2)、グループのみに記録する場合にはグループピッチに同じ)が0.6μmであってもクロスイレースが許容範囲に収まるようになる。上側保護層4は厚くするほど、クロスイレースを小さくすることができる。しかし、光学特性は膜厚λ/2n(λはレーザー光の波長、nは上側保護層4の屈折率)の周期で繰り返すため、媒体の光学特性を所望の特性とするために膜厚を必要以上に厚くすることは工業的に不利である。従って、波長λおよび屈折率nにもよるが、膜厚は200nm以下が好ましい。以上に説明した理由から、上側保護層4の膜厚は、10nm以上200nm以下、特に20nm以上200nm以下であるこ

とが好ましい。

【0049】一方、下側保護層2の膜厚は、特に限定されないが、10nm以上200nm以下が好ましい。下側保護層の膜厚を10nm未満とすると、基板が熱変形するおそれがある。下側保護層を200nm以下とすることが好ましい理由は、上側保護層を200nm以下とすることが好ましい上記の理由と同様である。

【0050】記録層3としては、TeやSeをベース材料とするカルコゲナイド、例えばGe-Sb-Te、Ge-Te、Pd-Ge-Sb-Te、In-Sb-Te、Sb-Te、Ag-In-Sb-Te、Ge-Sb-Bi-Te、Ge-Sb-Se-Te、Ge-Sn-Te、Ge-Sn-Te-Au、Ge-Sb-Te-Cr、In-Se、In-Se-Co等を主成分とする合金を用いることができる。また、これらの合金に酸素、窒素等を添加した材料を用いてもよい。

【0051】記録層3の膜厚は、4nm以上16nm以下が適当である。従来、クロスイレースがさほど問題にならない程度にトラックピッチが大きい場合には、光学的コントラストを大きくとるためには20nm以上の膜厚が有利であった。しかし、このように記録層が厚いと記録層の面内方向への熱伝導が大きいために、トラックピッチが短くなるにつれて(例えば0.6μm以下)、クロスイレースが顕著となる。クロスイレースを低減するためには、記録層は薄いほうが有利である。記録層を薄くすることにより、層の面内方向への熱伝導を低減することができる。例えば記録層の膜厚を16nm以下とすると、トラックピッチが0.6μmであっても、クロスイレースは許容範囲に収まるようになる。ただし、記録層の膜厚を4nm未満とすると、光学的コントラストが確保できなくなるばかりか、繰り返し記録による膜厚変動の影響が大きくなってトラッキング等が不安定になるために却ってクロスイレースが大きくなる。従って、記録層の膜厚は、4nm以上16nm以下、さらには6nm以上14nm以下が好ましい。

【0052】中間層5としては、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Mn、Re、Fe、Ru、Os、Al、Ga、In、C、Si、Ge、Sn、Pb、SbおよびBiから選ばれる少なくとも1つの元素(特に、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Mn、Os、Al、Ga、In、C、Si、Ge、Sn、Pb、SbおよびBiから選ばれる少なくとも1つの元素)を含む材料、あるいはこれら元素の酸化物、窒化物、炭化物、硫化物、フッ化物、セレン化物、テルル化物および元素間化合物から選ばれる少なくとも1つの化合物を含む材料であることが好ましく、さらに具体的には、Cr、Mo、W、Ti、Zr、Nb、Ta、Ge-Cr、Ge-Mo、Ge-W、Si-Cr、Si-Mo、Si-W等を用いることができる。

【0053】中間層5の膜厚としては、特に限定されな



いが、5 nm以上100 nm以下が好ましい。

【0054】反射層6は、レーザー光に対する反射率、吸収率および反射光の位相の調整、記録薄膜の熱負荷軽減等の目的で形成される。反射層としては、上記のように、Al、Au、Ag、Cu等の比較的熱伝導率の高い金属材料、またはこれらをベースとした合金材料を用いることができる。

【0055】反射層6の膜厚としては、特に限定されないが、10 nm以上200 nm以下が好ましい。

【0056】各層に用いる材料としては、上記に例示した材料から個別に適したものを選択すればよいが、反射層6、中間層5および上側保護層4については、この順に熱伝導率が大きくなるように選択する。このように熱伝導率を設定することにより、記録層3から多層膜の膜厚方向への熱伝導が加速される。従って、記録層3の面内方向への熱伝導が相対的に抑制され、隣接トラックに影響が及びにくくなる。

【0057】上記光学的情報記録媒体には、図3に示したように界面層12を設けることができる。界面層12は、図3に示すように記録層3の両側に設けてもよいが、いずれか一方にのみ設けることとしても構わない。界面層12を設けると、保護層2、4と記録層3との間の原子拡散が抑制されるために、記録媒体の繰り返し特性を向上させることができる。界面層12としては、保護層2、4に用いる材料に対して拡散防止効果を有するものを用いることができるが、Geを含有する材料が好ましく、Geの窒化物を主成分とする材料が特に優れている。

【0058】界面層12の膜厚としては、特に限定されないが、1 nm以上50 nm以下が好ましい。

【0059】上記各層2～6、12は、例えば真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法、MBE (Molecular Beam Epitaxy) 法等の気相薄膜堆積法によって形成することができる。ただし、成膜レート、製造コスト、得られる膜の品質等の観点からは、スパッタリング法が最もバランスに優れている。各層は、一般には、高真空状態のチャンバー内に不活性ガスを流しながら成膜されるが、不活性ガスに酸素、窒素等を混入させながら成膜してもよい。これにより、膜中にO原子、N原子等が混入し、膜の特性を調整することができる。特に記録層3においては、これらの原子の混入（例えば6.0原子%以下の窒素原子の混入）が、媒体の繰り返し特性向上やクロスイレース低減に有効となる場合がある。

【0060】また、上記光学的情報記録媒体は、枚葉式成膜装置により、各層2～6、12をそれぞれ別のチャンバー内で並行して順次成膜していくことが工業的には有利である。このような成膜法を採用する場合、上記記録層は、相対的に遅い速度で成膜しても全体の成膜の能率に影響を及ぼさない。上記記録層3の膜厚は好ましく

は4 nm以上16 nm以下であって、例えば下側保護層2の通常膜厚（100 nm以上）の1桁程度薄いからである。記録層3の膜厚を正確に制御することは、上記のようにクロスイレース低減等のためにも重要であるから、記録層の成膜時間は最低5秒程度確保することが好ましい。従って、記録層の成膜速度は200 nm/分以下が好ましい。

【0061】このようにして形成された各層の上には、図1に示したように、さらにオーバーコート層7を設けてもよい。この層7は、紫外線硬化性樹脂を塗布することにより形成することが好ましい。

【0062】もっとも、本発明の光学的情報記録媒体は、図1に示したような単板の片面ディスクに限られず、紫外線硬化性樹脂および/またはホットメルトタイプの接着剤により、上記と同様に記録層を含む多層膜を形成した基板と膜面同士が対向するように貼り合わせて両面ディスクとしてもよい。この場合は、各々が情報層となる多層膜同士が直接接しないように、分離層を介して、基板を貼り合わせることが好ましい。また、上記接着剤により、多層膜を形成した面をダミー基板と貼り合わせて片面ディスクとしても構わない。

【0063】図4は、光学的情報記録媒体の記録・再生を行うための装置の例の概略を示す図である。入力された信号に応じて半導体レーザー13から出射されたレーザー光10は、コリメートレンズ14により集光されて平行光線となり、ビームスプリッター15、1/4波長板16、対物レンズ17を順次通過して、光ディスク18上に照射される。レーザー光10は、ボイスコイル19を上下に動かすことによってフォーカシングされる。光ディスク18は、ターンテーブル20上に固定されている。モーター21によって所定速度で回転する光ディスク18にレーザー光が照射されることにより、情報信号の記録・再生が行われる。

【0064】図5は、情報信号の記録を行う際のレーザー光のパルス波形の例である。図5に示したように、レーザー光の強度は、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ および $P_4$ の間で変調される。ここで、 $P_1$ は、照射部を瞬時溶融させることができ、好ましくは図5に示したように当該パワーレベル以下で強度を変調しつつ照射した場合においても照射部を瞬時溶融させることができるパワーレベルである。また、 $P_2$ および $P_3$ は、照射部を瞬時溶融させることができず、好ましくは無変調で照射した場合であっても照射部を瞬時溶融させることができないパワーレベルである。また、 $P_4$ は、最後の記録パルス列の直後に記録層を冷却するためのパワーレベルである。図5には、 $P_1 > P_2 \geq P_3 \geq P_4 \geq 0$ となるように各パワーレベルを設定した場合の例が示されている。なお、レーザービームの強度を上記のように変調するには、半導体レーザーの駆動電流を変調して行えばよいが、電気光学変調器、音響光学変調器などの手段を用いてもよい。

【0065】ただし、すべての記録マークを図5に示したような記録パルス列により形成する必要はなく、マーク長が短いパルス列については、パワーレベル $P_1$ の単一矩形パルスにより形成してもよい。しかし、長いマークを形成する場合には、繰り返し特性向上およびクロスイレース低減のために、上記のようなパワーレベル $P_1$ をパワーピークとして含むパルス列により形成することにより、過剰な熱を抑制することが好ましい。

【0066】 $P_2$ は、図5に示したように光ビームをその強度に保持して照射しても記録マークを形成できないパワーレベルである。このパワーレベルは、記録マークを形成できないが記録マークを消去できるパワーレベルとしてもよい。この場合、パワーレベル $P_2$ の光ビームが照射されている部分では、記録マークが消去される。

【0067】例えば、相変化型光ディスクにおいて、記録状態をアモルファス状態、消去状態を結晶状態に対応させて使用する場合、 $P_1$ を、記録層を結晶状態からアモルファス状態へと可逆的に変化させるパワーレベル、 $P_2$ を、記録層をアモルファス状態から結晶状態へと可逆的に変化させるパワーレベルとして設定してもよい。

【0068】図5に示した記録パルス列の直後には、パワーレベル $P_4$ による冷却区間が設けられている。このように冷却のためのパワーレベルを設けると、特に熱過剰になり易いマーク後端部分の熱を除去できてクロスイレース抑制に効果がある。

【0069】また、図5に示した記録パルス列のように、最初および最後のパルスを除いてパルス幅および各パルス間の長さを一定とすると、単一周波数で変調できるように変調手段を簡略化することができる。

【0070】なお、記録マークの長さやその前後のスペースの長さ、さらには隣のマークの長さ等の各パターンによってマークエッジ位置に不揃いが生じ、ジッタ増大の原因となることがある。上記光学的情報記録媒体の記録再生方法では、これを防止し、ジッタを改善するために、上記パルス列のパルス位置またはパルスの長さをパターン毎にエッジ位置が揃うように必要に応じて調整・補償することが好ましい。

【0071】こうして記録された情報信号を再生する場合には、記録層3が相変化しない程度のパワーレベル $P_0$ のレーザー光（不変調光）を光ディスクに照射し、その反射光を検出器22に入射させ、その反射光量変化が再生信号23として検出される。

【0072】以上に説明したようなレーザー光のパワーレベルの変更は、レーザーダイオードの駆動電流を制御することにより行うことができる。また、電気光学変調器または音響光学変調器等を光ビーム強度変調手段として用いてもよい。

【0073】（第2の実施形態）本実施形態では、主として、本発明の第2および第3の光学的情報記録媒体に

ついて説明する。

【0074】上記光学的情報記録媒体においては、下側保護層と記録層との間、および記録層と上側保護層との間の少なくとも一方の界面に、さらに界面層を備えていることが好ましい。この好ましい例によれば、消去特性を向上させることができる。界面層は、Ge、Si、Cr、TiおよびAlから選ばれる少なくとも一つを含むことが好ましい。

【0075】また、上記光学的情報記録媒体においては、記録層の膜厚が4nm以上16nm以下であることが好ましい。記録層が薄すぎると光学的コントラストや信号振幅が小さくなってしまい、厚すぎると記録層の内面方向の熱拡散が大きくなって、マーク間の熱干渉が大きくなるからである。

【0076】また、上記光学的情報記録媒体においては、上側保護層の膜厚が10nm以上200nm以下が好ましい。上側保護層が薄すぎると光吸収層の光吸収による発熱が記録層に影響を及ぼし、マーク間の熱干渉が大きくなってしまい、厚すぎると反射層による冷却効果が小さくなってしまい、マークの前後端がアンバランスになってしまうからである。特に限定されないが、本実施形態においても、下側保護層の膜厚は、10nm以上200nm以下が好ましい。

【0077】また、上記光学的情報記録媒体においては、記録層がGe、SbおよびTeを含むことが好ましく、さらに、Ge、SbおよびTeを主成分とし、さらに6.0原子%のNを含むことが好ましい。

【0078】また、上記光学的情報記録媒体においては、上側保護層および／または下側保護層が、60～100mol%のZnSおよび40～0mol%のSiO<sub>2</sub>を含有することが好ましい。

【0079】また、上記光学的情報記録媒体においては、反射層がAu、AgおよびCuか選ばれる少なくとも一つを含むことが好ましい。

【0080】また、上記光学的情報記録媒体においては、光吸収層が、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Mn、Re、Fe、Ru、Os、Al、Ga、In、C、Si、Ge、Sn、Pb、SbおよびBiから選ばれる少なくとも一つの元素（特に、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Mn、Os、Al、Ga、In、C、Si、Ge、Sn、Pb、SbおよびBiから選ばれる少なくとも一つの元素）を含むことが好ましい。さらに具体的には、上記元素から選ばれる少なくとも一つを含む酸化物、窒化物、炭化物、硫化物、フッ化物、セレン化物およびテルル化物から選ばれる少なくとも一つの化合物からなることが好ましく、上記元素から選ばれる少なくとも二つからなる元素間化合物であることが好ましい。

【0081】また、上記光学的情報記録媒体においては、光ビームが記録媒体に反射される比率である反射率

および記録層に吸収される比率である吸収率を、それぞれ記録層が結晶相である場合には $R_{cry}$ および $A_{cry}$ 、記録層がアモルファス相である場合には $R_{amo}$ および $A_{amo}$ として、反射率差( $R_{cry}-R_{amo}$ )が5%以上(%表示で5ポイント以上)であり、かつ、吸収率比( $A_{cry}/A_{amo}$ )が1.0以上であることが好ましい。この好ましい例によれば、オーバーライト時のマークエッジ位置の不揃いを解消することができる。

【0082】また、上記光学的情報記録媒体の製造方法では、記録層を200nm/分以下の速度で成膜することが好ましい。記録層の膜厚精度を確保するためである。

【0083】また、記録層を、不活性ガスと窒素ガスとを含み、記録層に窒素原子が6.0原子%以下含有されるように上記窒素ガスの含有量を調整した雰囲気中において成膜することが好ましい。

【0084】この光学的情報記録媒体の記録再生方法では、記録パルス列の少なくとも一部を、パルス幅および各パルス間の間隔が略同一となるように生成させることが好ましい。

【0085】また、上記光学的情報記録媒体の記録再生方法においては、記録パルス列の最後のパルスの直後にパワーレベル $P_4$ (ただし、 $P_2 > P_4 \geq 0$ )の冷却区間を設けることが好ましい。この好ましい例によれば、特に熱過剰になり易いマーク後端部分の熱を除去することができて効果的である。

【0086】以下、本実施形態を図面を参照しながら具体的に説明する。図6は本実施形態の光学的情報記録媒体を示す部分断面図であり、図7は本実施形態の光学的情報記録媒体の他の例の部分断面図である。

【0087】図6に示すように、基板31上には、下側保護層32、記録層33、上側保護層34、光吸収層35、反射層36が順次積層されており、反射層36の上にはさらにオーバーコート層37が設けられている。このディスクには、基板31側からレーザービーム38が照射され、これによりディスクの記録・再生が行われる。

【0088】基板31、下側保護層32、記録層33および上側保護層34の材料としては、第1の実施形態で説明した材料を適用できる。

【0089】光吸収層35は、レーザービーム38に対する反射率、吸収率および反射光の位相の調整等を目的として形成される。この層を構成する材料としては、例えばTi、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Mn、Re、Fe、Ru、Os、Al、Ga、In、C、Si、Ge、Sn、Pb、SbおよびBiから選ばれる少なくとも一つを含む材料、あるいはこれらの元素の酸化物、窒化物、炭化物、硫化物、フッ化物、セレン化合物、テルル化合物および元素間化合物から選ばれる少なくとも1つの化合物を含む材料が好ましい。さらに

具体的には、Cr、Mo、W、Si、Ge、Te、Ge-Cr、Ge-Mo、Ge-W、Si-Cr、Si-Mo、Si-W、Ge-Te、Sn-Te、Pb-Te、Sb-Te、Bi-Te等を用いることができる。

【0090】なお、上記化合物材料は、化学量論組成近傍のものを用いてもよいし、必要に応じて化学量論組成からずれた組成のものを用いてもよい。なお、この点は、第1の実施形態における中間層等においても同様である。

【0091】反射層36は、レーザービーム38に対する反射率、吸収率および反射光の位相の調整、記録薄膜の熱負荷軽減等を目的として形成される。反射層の材料としては、例えばAl、Au、Ag、Cu等の比較的熱伝導率の高い金属材料、なかでも波長600nm台での屈折率が0.5より小さいAu、Ag、Cu、またはこれらをベースとした合金材料が好ましい。なかでも、Ag合金は、熱伝導率および光学定数の面で優れており、同等の特性を有するAuなどに比べて安価である。特に、Agに、Pd、Cu、Tiなどの元素を10原子%以内の範囲で添加した材料は腐食しにくく、耐環境性、信頼性の観点からも好ましい。

【0092】また、上記光学的情報記録媒体においては、図7に示すように、下側保護層32と記録層33との間、および/または記録層33と上側保護層34との間に、記録層33の結晶化の促進を目的として、界面層39を設けることが好ましい。界面層39としては、下側保護層32および上側保護層34として用いることのできる材料中にその役割を果たす誘電体材料が幾つか存在し、これらを用いることもできるが、特にGeの窒化物を主成分とする材料が最も優れている。また、このような界面層39を設けることにより、消去特性を向上させることができる。

【0093】下側保護層32、記録層33、上側保護層34、光吸収層35、反射層36および界面層39は、第1の実施形態と同じ方法により成膜できる。

【0094】また、上記光学的情報記録媒体は、図6に示すように、紫外線硬化性樹脂によってオーバーコートすることにより、単板の片面ディスクとして用いることができる。また、第1の実施形態で説明したように、両面ディスクとして用いることもできる。さらには、その膜面をダミー基板と対向させて貼り合わせることで、片面ディスクとして使用することもできる。

【0095】本実施形態の光学的情報記録媒体は、光吸収層35(屈折率 $n_1$ 、消衰係数 $k_1$ 、膜厚 $d_1$ )および反射層36(屈折率 $n_2$ 、消衰係数 $k_2$ 、膜厚 $d_2$ )の材料および膜厚の組み合わせに特徴を有する。以下、各層の役割および効果について説明する。

【0096】光学的には、光吸収層35の屈折率 $n_1$ を反射層36の屈折率 $n_2$ よりも適度に大きくすることにより、上記 $A_{cry}/A_{amo}$ と $\Delta R$ を共に大きくすることが

できる。その屈折率の差 $\Delta n = n_1 - n_2$ は2以上6以下が好ましく、3以上5以下がより好ましい。

【0097】上記範囲は、以下の光学計算によって裏付けられる。すなわち、多層膜の各層の材料の屈折率、消衰係数および膜厚を決め、全ての界面に対して、エネルギー保存則に基づいて各界面における光エネルギー収支の連立方程式を立て、これを解くことにより、多層膜全体の反射率・透過率および各層の吸収率を求めることができる。この手法自体は、例えばマトリックス法として公知である（例えば久保田広等「波動光学」岩波書店、1971年等）。ここでは、光ビーム（波長660nm）の入射側から順に配置された基板31／下側保護層32（任意の膜厚）／記録層33（10nm）／上側保護層34（任意の膜厚）／光吸収層35（膜厚 $d_1$ ）／反射層36（80nm）の多層構造媒体について、Acry/Aamoおよび $\Delta R$ の値を計算した。

【0098】その際、各層の屈折率 $n$ および消衰係数 $k$ を、基板31が $n=1.6$ 、 $k=0.0$ 、下側保護層32が $n=2.1$ 、 $k=0.0$ 、記録層33が非晶質状態で $n=4.1$ 、 $k=1.6$ 、結晶状態で $n=3.9$ 、 $k$ （表1）

$n_2 \backslash n_1$	1	2	3	4	5	6
1	D	D	B	A	A	A
2	D	D	D	B	A	A
3	D	D	D	C	A	A
4	D	D	D	D	C	B
5	D	D	D	D	D	C

【0101】（表1）の結果からも、 $\Delta n = n_1 - n_2$ は2以上が好ましく、3以上がより好ましいことがわかる。

【0102】また、光吸収層35の膜厚が薄すぎると、光吸収層35の光学的効果が小さくなり、光吸収層35の膜厚が厚すぎると、反射層36の光学的効果が小さくなる。このため、光吸収層35の膜厚は、入射光を適度に透過・吸収するような膜厚にする必要がある。光吸収層35の膜厚 $d_1$ は、後述する実施例などの実験結果から、入射光の波長を $\lambda$ として、 $0.1\lambda / (n_1 \cdot k_1) \leq d_1 \leq 1.0\lambda / (n_1 \cdot k_1)$ の範囲が好ましく、 $0.2\lambda / (n_1 \cdot k_1) \leq d_1 \leq 0.8\lambda / (n_1 \cdot k_1)$ の範囲がより好ましいことが確認された。

【0103】十分な冷却能を得るために、反射層36として熱伝導率の大きい材料を用いており、マーク幅を均一にしてジッタを低減している。この反射層の熱伝導率としては、例えば300K近傍の温度条件で50W/m・K以上であることが好ましく、100W/m・K以上、さらには150W/m・K以上がより好ましい。さらに十分な冷却効果を得るためには、反射層36の膜厚

=4.2、上側保護層34が $n=2.1$ 、 $k=0.0$ 、光吸収層35が $n=n_1$ 、 $k=k_1$ 、反射層36が $n=n_2$ 、 $k=k_2$ として計算した。

【0099】様々な $n_1$ と $n_2$ の組み合わせについて、 $k_1$ 、 $k_2$ 、 $d_1$ を任意に変化させ、Acry/Aamo $\geq 1.0$ の範囲での $\Delta R$ の最大値を求めた。結果を（表1）に示す。下記（表1）中、「A」および「B」は、実用的な記録媒体として十分な特性が期待できるもの、「C」は十分とは言えないが、密度・線速度・記録再生方式等の仕様によっては実用的記録媒体として使用できる可能性のあるもの、「D」は実用に適さないものを示している。なお、さらに具体的には、「A」は、Acry/Aamo $\geq 1.0$ の条件を満たす $\Delta R$ の最大値が1.5%以上となる構成が存在する場合を示し、「B」は、同条件を満たす $\Delta R$ の最大値が10%以上15%未満となる構成が存在する場合を示し、「C」は、同条件を満たす $\Delta R$ の最大値が5%以上10%未満となる構成が存在する場合を示し、「D」は、同条件を満たす $\Delta R$ の最大値が5%以上となる構成が存在しない場合を示す。

【0100】

$d_2$ は、後述する実施例などの実験結果から、光吸収層35の膜厚 $d_1$ 以上であることが好ましく、 $d_1$ の1.5倍以上、さらには2倍以上がより好ましいことが確認された。

【0104】本実施形態の光学情報記録媒体の製造方法、記録再生方法、記録再生装置は、第1の実施形態と同様とすればよい。

【0105】なお、上記では、記録層の膜厚を10nmに設定したが、記録層の膜厚は必ずしもこの膜厚に限定されるものではない。

【0106】（第3の実施形態）本実施形態では、記録層を含む多層膜が2以上形成された光学的情報記録媒体について説明する。ここでは、各々が記録層を含む多層膜（情報層）が分離層を介して2層配置された形態について説明する。

【0107】図8に示したように、本実施形態の光学的情報記録媒体では、透明基板41上に、第1情報層42、分離層43、第2情報層44および保護層45がこの順に形成されている。第1情報層42および第2情報層43には、それぞれ記録層が含まれている。これらの

記録層には、透明基板側から照射されるレーザ光により、情報が記録、再生される。

【0108】本実施形態の第2情報層44には、上記実施形態で説明した多層膜が適用される。また、第1情報層42には、少なくとも、記録層と、この記録層の両側に配置された下側保護層および上側保護層を含む多層膜を用いることが好ましい。これらの多層膜に含まれる各層および透明基板は、上記実施形態で説明した材料を用いて形成することができる。なお、第1情報層は、予め透明基板の表面上に凹凸パターンとして蓄積された情報を再生の対象とする、再生専用層であってもよい。

【0109】また、第2情報層44で情報の記録再生を行うため、第1情報層42は照射されるレーザ光の少なくとも30%を透過させることが好ましい。

【0110】分離層43としては、レーザ光の波長 $\lambda$ において透明であり、耐熱性および接着性に優れた材料であることが好ましく、具体的には、接着樹脂（例えば紫外線硬化性樹脂）、両面テープ、各種誘電体膜等を用いることができる。分離層43の膜厚は、第1情報層42および第2情報層44のいずれか一方に情報の記録再生を行う際に、他方の情報層の情報が漏れ込まないように、 $2\mu\text{m}$ 以上とすることが好ましい。一方、分離層43の膜厚は、第1情報層42と第2情報層44のいずれにもレーザ光をフォーカシングするべく基板厚との合計が基板厚公差範囲となるように、 $100\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。

【0111】保護層45は、第2の情報層44を形成するための基板（保護基板）として利用してもよい。この場合は、第1の情報層42を形成した透明基板41と、第2の情報層44を形成した保護基板とを、分離層43を介して貼り合わせて光ディスクが製造される。保護基板の材料としては、透明基板41と同様の材料を用いることができるが、必ずしも透明である必要はなく、その他の材料を用いてもよい。また、基板表面の形状も、透明基板表面の形状と同じである必要はなく、例えば、グループおよびランドを形成する案内溝の形状が異なってもよく、案内溝のスパイラル方向が逆であってもよい。さらに、分離層の第2情報層側の表面に、例えば2P法（photo-polymerization法）により案内溝を設けておけば、保護基板の表面は平面であっても構わない。また、保護層45は、透明基板上に形成した第2情報層44上に形成した層であってもよい。このような保護層は、例えば樹脂のスピンコートや接着剤による樹脂板の貼付により形成できる。

【0112】本実施形態の製造方法の一例について説明する。それぞれに案内溝を形成した透明基板および保護基板の表面に、上記で説明したスパッタリング法などにより、各々、第1情報層および第2情報層を形成する。次いで、第1情報層または第2情報層の表面上に、紫外線硬化性樹脂を塗布して分離層とする。さらに、この分

離層を介して第1情報層と第2情報層とが対向するように、透明基板と保護基板とを向かい合わせて加圧し、紫外線を照射して分離層を硬化させる。

【0113】

【実施例】以下、実施例により本発明をさらに具体的に説明するが、以下の実施例は本発明を限定するものではない。

【0114】（実施例1）基板としては、厚さ $0.6\text{mm}$ のポリカーボネイト樹脂を用いた。この基板には、ともに幅を $0.6\mu\text{m}$ としたランドおよびグループを形成した。グループの深さは約 $70\text{nm}$ とした。

【0115】この基板に、 $\text{ZnS-SiO}_2$ （分子数比 $\text{ZnS}:\text{SiO}_2=80:20$ ）ターゲットを用いて約 $1200\text{nm}$ の下側保護層、 $\text{Ge-Sb-Te}$ （原子数比 $\text{Ge}:\text{Sb}:\text{Te}=22:25:53$ ）ターゲットを用いて様々な膜厚の記録層、 $\text{ZnS-SiO}_2$ （分子数比 $\text{ZnS}:\text{SiO}_2=80:20$ ）ターゲットを用いて様々な膜厚の上側保護層、様々な材料のターゲットを用いて約 $40\text{nm}$ の中間層、様々な材料のターゲットを用いて約 $40\text{nm}$ の反射層を、いずれもスパッタリング法により順次積層した。いずれの層も直径 $10\text{cm}$ 、厚さ $6\text{mm}$ のスパッタリングターゲットを用い、記録層以外は $\text{Ar}$ ガス中で、記録層は $\text{Ar}$ と $\text{N}_2$ の混合ガス（全圧 $2\text{mTorr}$ 、 $\text{N}_2$ ガス分圧は約5%）中で成膜した。

【0116】こうして得られた光ディスクに紫外線硬化性樹脂でオーバーコートをした後、レーザ光でアニールすることにより全面を初期結晶化し、No.1~No.21の光ディスクとした。これらはクロスイレースの材料および膜厚構成に対する依存性を調べるために意図的に記録層、上側保護層の膜厚および中間層と反射層の材料を変えて作製したものである。

【0117】表2に各光ディスクの記録層・上側保護層の膜厚、および中間層・反射層の材料を示す。

【0118】これらの光ディスクを波長 $660\text{nm}$ 、 $\text{NA}0.6$ の光学系を用い、線速 $6.0\text{m/s}$ （半径位置：約 $32\text{mm}$ 、回転数：約 $1800\text{rpm}$ ）の条件でマークエッジ記録を行い、クロスイレースを測定した。

【0119】具体的には、まず、グループに $9.7\text{MHz}$ の3T信号を記録し、このトラックを再生して3T信号振幅 $A_0$ をスペクトラムアナライザーで測定する。次に、そのグループの両隣のランドに $2.6\text{MHz}$ の11T信号を記録し、再びグループを再生して3T信号振幅 $A_1$ をスペクトラムアナライザーで測定する。こうして測定した3T信号振幅の低下量 $\Delta A=A_1-A_0$ をクロスイレース評価の指標とする。これと同じことをランドとグループとを逆にして行い、同様に3T信号振幅低下量 $\Delta A'$ を測定する。

【0120】表2には各ディスクの $\Delta A$ の値による優劣を記載する。ただし、上記測定の結果、いずれのサン

ルにおいても測定トラックをグループとした場合が3 T信号振幅の低下量が大きくなったので ( $\Delta A > \Delta A'$ )、その場合の結果 ( $\Delta A$ ) のみで判定した。 $\Delta A$ の値が1 dB未満のものは「A」、1 dB以上2 dB未満のものは「B」、2 dB以上5 dB未満のものは「C」、5 dB以上のものは「D」で示した。

【0121】なお、信号を記録する際のレーザー変調波形は、3 T信号の場合はパルス幅51.3 ns (パワーレベル $P_1$ )の単一矩形パルスとし、11 T信号の場合は9個のパルスからなるパルス列 (パワーレベル $P_1$ )とし、その先頭は51.3 ns、2番目以降はすべて17.1 nsのパルス幅で、各パルス間の幅も17.1 ns

(表2)

No.	記録層	上側保護層	中間層材料	反射層材料	$\Delta A$
1	4nm	15nm	Cr	Al	C
2	8nm	15nm	Cr	Al	A
3	12nm	15nm	Cr	Al	B
4	16nm	15nm	Cr	Al	C
5	20nm	15nm	Cr	Al	D
6	12nm	3nm	Cr	Al	D
7	12nm	6nm	Cr	Al	D
8	12nm	9nm	Cr	Al	C
9	12nm	12nm	Cr	Al	B
10	12nm	18nm	Cr	Al	B
11	12nm	21nm	Cr	Al	A
12	12nm	15nm	PbTe	Al	A
13	12nm	15nm	WSi <sub>2</sub>	Al	A
14	12nm	15nm	Ti	Al	B
15	12nm	15nm	Cr	WSi <sub>2</sub>	D
16	12nm	15nm	Cr	Ti	D
17	12nm	15nm	Al	Cr	D
18	12nm	15nm	Al	ZnS-SiO <sub>2</sub>	D
19	12nm	15nm	Cr	ZnS-SiO <sub>2</sub>	D
20	12nm	15nm	なし	Al	D
21	12nm	15nm	Cr	なし	D

【0124】中間層および反射層に用いた各材料の熱伝導率は温度依存性があるが、おおよその値の範囲は以下のように特定できる。熱伝導率の大きい順に、Al (30~600℃における熱伝導率は、約150~250 W/m·k)、Cr (50~100 W/m·k)、Ti (20~50 W/m·k)、WSi<sub>2</sub> (5~20 W/m·k)、PbTe (1.0~3.0 W/m·k)、ZnS-SiO<sub>2</sub> (0.1~0.5 W/m·k) である。

【0125】表2より、まず記録層膜厚の異なるNo. 1~No. 5の光ディスクを比較すると、No. 5ではクロスイレースが大きく、No. 1およびNo. 4ではクロスイレースがある程度改善され、No. 3およびNo. 4ではクロスイレースが十

s (パワーレベル $P_3$ )とし、最終のパルスの直後に34.2 nsの冷却区間 (パワーレベル $P_4$ )を設けた。マークを記録しない部分ではパワーレベル $P_2$ の連続光 (不変調光)とした。

【0122】記録パワーレベル $P_1$ は、3 T信号を記録した場合にそのC/N比が45 dBを超えるパワーの下限値の1.5倍とし、パワーレベル $P_2$ は消去比、すなわち3 T信号を記録した上に11 T信号をオーバーライトした際の3 T信号振幅の減衰比が25 dBを超えるパワー範囲の中央値とし、パワーレベル $P_3$ および $P_4$ は、再生パワーレベルと同じ1 mWとした。

【0123】

分小さかった。従って、クロスイレース低減の観点からは、記録層の膜厚は4 nm以上16 nm以下が要求され、6 nm以上14 nm以下が好ましい。

【0126】次に、上側保護層の膜厚が異なるNo. 3およびNo. 6~No. 11の光ディスクを比較すると、上側保護層の膜厚が厚いほどクロスイレースが小さいことがわかる。これより上側保護層の膜厚は、クロスイレース低減の観点からは10 nm以上、さらには20 nm以上が好ましいことがわかる。

【0127】さらに、中間層および反射層の材料が異なるNo. 3およびNo. 12~No. 21の光ディスクを比較する。この中で、No. 3以外では、No. 12~No. 14がクロスイレース



が小さい。これらはいずれも反射層として、今回用いた材料の中で最も熱伝導率の高い Al を用いており、中間層は上側保護層と反射層の間の熱伝導率を有する材料である。一方、その他の No. 15～No. 21 はいずれもクロスイレースが大きい。

【0128】No. 15～No. 19 はいずれも中間層の熱伝導率が反射層のそれよりも高く、特に No. 17 は No. 3 の中間層と反射層の材料を入れ換えたものであるが、クロスイレースの点では大きな差が認められた。また、No. 20 および 21 は、中間層または反射層のどちらか一方を省いた構成であるが、両者ともクロスイレースは大きい。

【0129】以上より、記録層上に複数の層が積層されている場合、記録層から近い順に熱伝導率が低い材料から高い材料へと段階的に変わっていく構成を採用すれば、クロスイレースを抑制できることが確認できた。これは、記録層から上側保護層、中間層を経て反射層へと熱が伝達していく過程で、その伝達速度が加速されるために、記録層の面内の熱伝導が低減されて隣接トラックへの影響も抑制されるからである。

【0130】また、No. 3 として示した構成について、図 3 に示したように、記録層の上下に接して Ge、O および N からなる約 10 nm の界面層を形成した光ディスクを作製した。GeON 膜は、Ge ターゲットを用い、Ar、N<sub>2</sub> および O<sub>2</sub> ガス中で反応性スパッタリングにより成膜した。この光ディスクの繰り返し特性を調べるために、3 T および 11 T 信号を交互に 1 万回あるいは 10 万回記録し、10 回記録後と比べて 3 T 信号の振幅変化を測定した。

【0131】その結果、1 万回記録後では No. 3 も、これに界面層を挿入した光ディスクも振幅低下は 0.5 dB 以下の誤差範囲であったが、10 万回記録後では No. 3 の光ディスクは 3 dB 程度振幅が低下したのに対し、これに界面層を挿入した光ディスクは依然として 0.5 dB 以下の振幅低下であった。このことから、界面層を挿入することにより、クロスイレース低減に加え、繰り返し記録特性のさらなる向上が可能になることが確認された。

【0132】なお、上記光ディスクの記録層の組成をオージェ電子分光法により分析した結果、N 原子の占める割合は約 2.2 原子%であった。ここで、さらに No. 3 と同じ構成の光ディスクを、記録層成膜時の N<sub>2</sub> ガス分圧を変化させて複数成膜したところ、記録層中の N 原子の占める割合が、分析の結果それぞれ約 0.0、0.2、0.8、4.0、7.6 原子%となった。

【0133】これらの光ディスクの繰り返し特性を調べるために、3 T および 11 T 信号を交互に 1 万回または 10 万回記録し、10 回記録後と比べての 3 T 信号の振幅変化を測定した。その結果、1 万回記録後ではいずれのディスクも振幅低下は 0.5 dB 以下の誤差範囲であったが、10 万回記録後では記録層中の N 原子の占める

割合が約 0.0 原子%のものだけが、約 2 dB 低下していたが、約 0.2 原子%のものは 1 dB 程度、その他は 0.5 dB 以内の誤差範囲の低下であった。また、これらのディスクに 3 T 信号を記録して 3 T 信号の振幅を測定し、次に 90℃ 相対湿度 80% の環境下で 100 時間保存し、その後に 3 T 信号振幅を測定して振幅変化を調べたところ、記録層中の N 原子の占める割合が 7.6 原子%のディスクは 5 dB 以上振幅が低下したが、4.0 原子%のものは 2 dB 程度の低下で、その他はほとんど低下しなかった。この結果より、繰り返し特性、耐湿性の観点からは、記録層中に N 原子の占める割合は、0.0～6.0 原子%、さらには 0.5～4.0 原子%が好ましいことが確認された。

【0134】(実施例 2) 基板としては、ポリカーボネイト樹脂からなり、厚さが 0.6 mm、グループおよびランドの幅がともに 0.6 μm、グループの深さが約 70 nm のものを用いた。この基板の上に、ZnS-SiO<sub>2</sub> (ZnS:SiO<sub>2</sub>=80:20) ターゲットを用いて膜厚約 150 nm の下側保護層、Ge-Sb-Te (原子数比 Ge:Sb:Te=22:25:53) ターゲットを用いて膜厚約 10 nm の記録層、ZnS-SiO<sub>2</sub> (分子数比 ZnS:SiO<sub>2</sub>=80:20) ターゲットを用いて膜厚約 30 nm の上側保護層、様々な材料、例えば PbTe (原子数比 Pb:Te=50:50) ターゲットを用いて様々な膜厚の光吸収層、様々な材料、例えば Au ターゲットを用いて様々な膜厚の反射層を、スパッタリング法によって順次積層した。いずれの場合においても直径 10 cm、厚さ 6 mm のターゲットを用い、記録層以外は Ar ガス中で、記録層は Ar と N<sub>2</sub> の混合ガス (全圧 1 mTorr 中、N<sub>2</sub> ガス分圧は約 5%) 中でスパッタした。

【0135】このようにして得られたディスクの反射層の上に、紫外線硬化性樹脂を用いてオーバーコート層を形成した後、レーザービームによってアニールすることにより、全面を初期結晶化し、No. 31～47 のディスクを得た。これらのディスクは、記録再生特性の材料および膜厚構成に対する依存性を調べるために、意図的に、光吸収層、反射層の材料および膜厚を変えて作製したものである。下記(表 3)に、各ディスクの光吸収層、反射層の材料および膜厚を示す。

【0136】ここで、実測によって求めた波長 660 nm における各層の光学定数 (屈折率  $n$ 、消衰係数  $k$ ) は、基板が  $n=1.6$ 、 $k=0.0$ 、下側保護層および上側保護層としての ZnS-SiO<sub>2</sub> が  $n=2.1$ 、 $k=0.0$ 、記録層としての Ge-Sb-Te が非晶質状態で  $n=4.1$ 、 $k=1.6$ 、結晶状態で  $n=3.9$ 、 $k=4.2$ 、光吸収層および反射層としての PbTe が  $n=5.0$ 、 $k=3.2$ 、Au が  $n=0.3$ 、 $k=3.6$ 、Al が  $n=1.4$ 、 $k=6.4$ 、Pd が  $n=2.2$ 、 $k=4.4$ 、Cr が  $n=3.6$ 、 $k=3.4$ 、Ti

Nが $n=2.5$ 、 $k=1.2$ 、PdTeが $n=3.2$ 、 $k=2.2$ 、 $\text{Ge}_{80}\text{Cr}_{20}$ が $n=4.5$ 、 $k=2.5$ 、 $\text{Ag}_{98}\text{Pd}_1\text{Cu}_1$ が $n=0.3$ 、 $k=4.0$ であった。この値に基づいて光学計算を行って、算出された $A_{\text{cry}}/A_{\text{amo}}$ および $\Delta R$ の値を(表3)に併せて示す。

【0137】これらのディスクに、波長660nm、開口数(NA)0.6の光学系を用いて、線速6.0m/s(半径位置約32mm、回転数約1800rpm)の条件でマークエッジ記録を行い、以下の測定を行った。まず、グループおよびランドに9.7MHzの3T信号と2.6MHzの11T信号を交互に11回記録し、3T信号が記録された状態でこのトラックを再生して、そのC/N比および消去率をスペクトラムアナライザーを用いて測定した。ここでは、消去率を、3T信号の振幅 $A_3$ と11T残留信号の振幅 $A_{11}$ との差( $A_3 - A_{11}$ )として定義した。

【0138】また、(8-16)変調のランダム信号を11回記録し、ジッタをタイムインターバルアナライザーを用いて測定した。ここで、ジッタとは、記録の原信号と再生信号の時間軸上のズレであり、3T~11Tの各信号の持つジッタの標準偏差の総和( $\sigma_{\text{sum}}$ )をとり、これを信号検出のウィンドウ幅(T)で割った値( $\sigma_{\text{sum}}/T$ )として表現される。例えば、ジッタが12.8%以下であるということは、前記時間軸上のズレが正規分布になると仮定した場合、ビットエラー率が10<sup>-4</sup>以下であることに相当することが知られている。

【0139】なお、信号を記録する際のレーザー変調波形は、 $nT$ ( $n$ は整数、 $3 \leq n \leq 11$ )信号の場合、

(表3)

( $n-2$ )個のパルスからなるパルス列(パワーレベル $P_1$ )とし、その先頭は51.3ns、2番目以降はすべて17.1nsのパルス幅で、各パルス間の幅も17.1ns(パワーレベル $P_3$ )とし、最終のパルスの直後に34.2nsの冷却区間(パワーレベル $P_4$ )を設けた。マークを記録しない部分においては、パワーレベル $P_2$ の連続光とした。記録パワーレベル $P_1$ は、3T信号を記録した場合にそのC/N比が45dBを超えるパワーの下限値の1.5倍とし、パワーレベル $P_2$ は消去率が最大となるパワーとし、パワーレベル $P_3$ および $P_4$ は、再生パワーレベルと同じ1mWとした。

【0140】上記の条件で測定した結果を上記(表3)に示す。なお、表中の測定結果は、実用的な記録媒体として十分であるといえる結果を「B」、なかでも特に優れているものを「A」、不十分であるが、密度・線速度・記録再生方式等の仕様によっては使用できる可能性のあるものを「C」、使用できる可能性のないものを「D」として表した。なお、さらに具体的には、C/N比について、「A」は53dB以上、「B」は50dB以上53dB未満、「C」は47dB以上50dB未満、「D」は47dB未満にそれぞれ該当する。また、消去率については、「A」は24dB以上、「B」は20dB以上24dB未満、「C」は16dB以上20dB未満、「D」は16dB未満にそれぞれ該当する。また、ジッタについては、「A」は8%未満、「B」は8%以上10%未満、「C」は10%以上13%未満、「D」は13%以上にそれぞれ該当する。

【0141】

No.	光吸収層		反射層		光学計算		測定結果		
	材料	膜厚 (nm)	材料	膜厚 (nm)	$A_c/A_a$	$\Delta R$ (%)	C/N比	消去率	ジッタ
31	PdTe	20	Au	10	1.12	19.3	B	B	C
32	PdTe	20	Au	20	1.13	19.5	A	B	B
33	PdTe	20	Au	40	1.15	19.5	A	A	A
34	PdTe	20	Au	80	1.16	19.4	A	A	A
35	PdTe	5	Au	80	1.04	16.5	B	C	C
36	PdTe	10	Au	80	1.15	18.0	A	B	B
37	PdTe	40	Au	80	1.06	19.6	A	C	C
38	PdTe	60	Au	80	1.06	19.8	B	C	D
39	PdTe	20	Pd	80	1.11	19.8	B	B	B
40	PdTe	20	Cr	80	1.04	19.8	B	C	C
41	Al	20	Au	80	0.89	16.8	B	D	D
42	Pd	20	Au	80	0.97	18.5	A	D	C
43	Cr	20	Au	80	1.13	19.4	A	A	A
44	Cr	20	Al	80	1.05	19.6	B	C	C
45	Au	20	PdTe	80	0.93	17.3	B	D	D
46	TiN	60	Au	80	1.13	18.1	B	A	B

47	PdTe	40	Au	80	1.10	18.5	B	A	A
48	Ge <sub>80</sub> Cr <sub>20</sub>	40	Au	80	1.18	20.1	A	A	A
49	Ge <sub>80</sub> Cr <sub>20</sub>	40	Ag <sub>98</sub> Pd <sub>1</sub> Cu <sub>1</sub>	80	1.18	20.1	A	A	A

【0142】ディスクNo. 31～No. 38は、光吸収層としてnの大きいPbTe、反射層としてnが小さく熱伝導率の大きいAuを用いたディスクであり、ディスクNo. 31～No. 34は、反射層の膜厚を変化させたディスクであり、ディスクNo. 34～No. 38は、光吸収層の膜厚を変化させたディスクである。

【0143】ディスクNo. 31～No. 34を比較すると、反射層のAuの膜厚が厚くなるほど冷却能が上がるために、ジッタが良好となっており、反射層の膜厚が光吸収層の膜厚以上となる辺りからジッタが10%以下となっている。

【0144】ディスクNo. 34～No. 38を比較すると、ディスクNo. 35のように光吸収層の膜厚が薄すぎるか、ディスクNo. 37、No. 38のように光吸収層の膜厚が厚すぎるディスクの場合、光学特性・評価結果ともに悪くなっている。一方、ディスクNo. 34、No. 36の場合には、光吸収層の膜厚が適当であるために、C/N比、消去率、ジッタともに良好な値が得られている。このように、光吸収層の適当な膜厚は、 $0.1\lambda / (n_1 \cdot k_1)$  以上  $1.0\lambda / (n_1 \cdot k_1)$  以下の範囲である。

【0145】また、ディスクNo. 39～No. 47は、光吸収層および反射層の材料を変えたディスクである。ディスクNo. 34が $\Delta n = 4.7$ であるのに対し、ディスクNo. 40 ( $\Delta n = 1.4$ )、ディスクNo. 41 ( $\Delta n = 1.1$ )、ディスクNo. 42 ( $\Delta n = 1.9$ )、ディスクNo. 44 ( $\Delta n = 1.4$ )、ディスクNo. 45 ( $\Delta n = -4.7$ )などは、 $\Delta n$ の値が2よりも小さいために光学特性が悪く、C/N比や消去率も低くなっており、当然ジッタも大きくなっている。ディスクNo. 39 ( $\Delta n = 2.8$ )、ディスクNo. 43 ( $\Delta n = 3.3$ )、ディスクNo. 46 ( $\Delta n = 2.2$ )、ディスクNo. 47 ( $\Delta n = 2.9$ )などは、 $\Delta n$ が2以上で各特性も良好となつてはいるが、やはり $\Delta n$ が小さいものほど記録再生特性は劣っており、 $\Delta n$ は2.5以上、さらには3以上がより好ましいことがわかる。

【0146】また、ディスクNo. 34の構成について、図7に示すような、記録層33の基板31側および/または基板31と反対側の面にGeON膜からなる膜厚約5nmの界面層39が形成されたディスクを作製した。GeON膜は、Geターゲットを用い、Ar、N<sub>2</sub>およびO<sub>2</sub>ガス中で反応性スパッタによって成膜した。これらのディスクに対し、ディスクNo. 34と同様の測定を行った。その結果、いずれのディスクも、C/N比はディスクNo. 34と変わらないものの、界面層39 (GeON膜)を記録層33の基板31側のみ、基板31と反対側のみ、基板31側および基板31と反対側に設けたディ

スクのそれぞれについて、消去率がディスクNo. 34に対して、それぞれ約2dB、約4dB、約5dBだけ向上し、ジッタ値についても8%未満の良好な値が得られた。このことから、界面層39を挿入することにより、本実施形態の光学的情報記録媒体は消去特性がさらに向上することが明らかになった。

#### 【0147】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明によれば、クロスイレースが小さく、高密度の情報の記録再生に好適な光学的情報記録媒体を提供できる。また、本発明によれば、高密度・高線速度なオーバーライトにおいても消去率が高く、かつ、ジッタの小さい情報の記録再生が可能な光学的情報記録媒体を提供できる。また、本発明によれば、このような光学的情報記録媒体の製造方法とともに、上記媒体に好適な光学的情報記録媒体の記録再生方法、および光学的情報記録媒体の再生装置を提供するものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の光学的情報記録媒体の一形態 (第1の実施形態) の部分断面図である。

【図2】 本発明の光学的情報記録媒体の一形態の部分斜視図である。

【図3】 本発明の光学的情報記録媒体の別の形態 (第1の実施形態) の部分断面図である。

【図4】 本発明の光学的情報記録再生装置の一形態の構成を示す図である。

【図5】 本発明の光学的情報記録媒体の記録再生方法に適用されるパルス波形の一例を示す波形図である。

【図6】 本発明の光学的情報記録媒体のまた別の形態 (第2の実施形態) の部分断面図である。

【図7】 本発明の光学的情報記録媒体のさらに別の形態 (第2の実施形態) の部分断面図である。

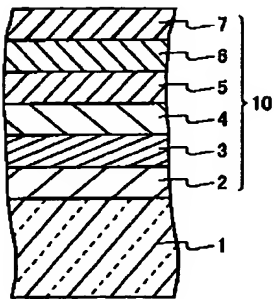
【図8】 本発明の光学的情報記録媒体のまた別の形態 (第3の実施形態) の部分断面図である。

#### 【符号の説明】

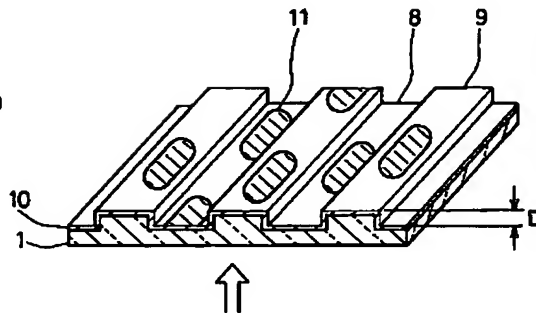
- 1、31 透明基板
- 2、32 下側保護層
- 3、33 記録層
- 4、34 上側保護層
- 5 中間層
- 35 光吸収層
- 6、36 反射層
- 7、37 オーバーコート層
- 8 グループ
- 9 ランド
- 10 レーザ光

- |       |                 |    |            |
|-------|-----------------|----|------------|
| 11    | 記録マーク           | 20 | ターンテーブル    |
| 12、39 | 界面層             | 21 | モーター       |
| 13    | 半導体レーザー         | 22 | 検出器        |
| 14    | コリメートレンズ        | 23 | 再生信号       |
| 15    | ビームスプリッター       | 41 | 透明基板       |
| 16    | $\lambda/4$ 波長板 | 42 | 第1情報層      |
| 17    | 対物レンズ           | 43 | 分離層        |
| 18    | 光ディスク           | 44 | 第2情報層      |
| 19    | ボイスコイル          | 45 | 保護層 (保護基板) |

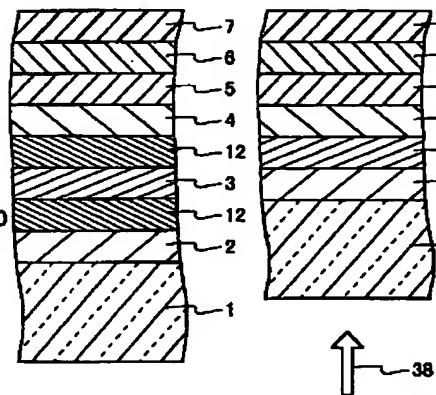
【図1】



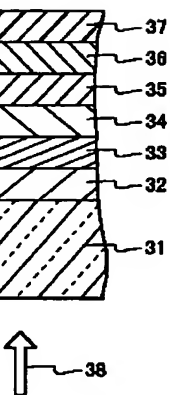
【図2】



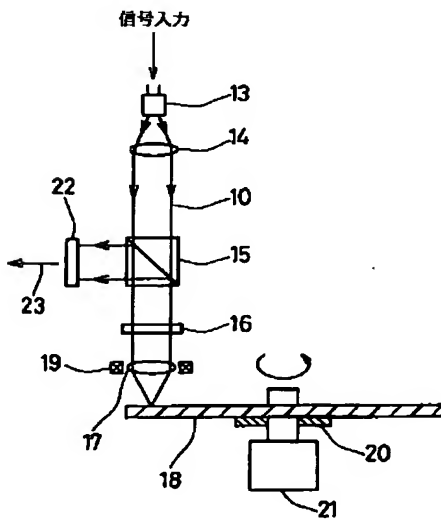
【図3】



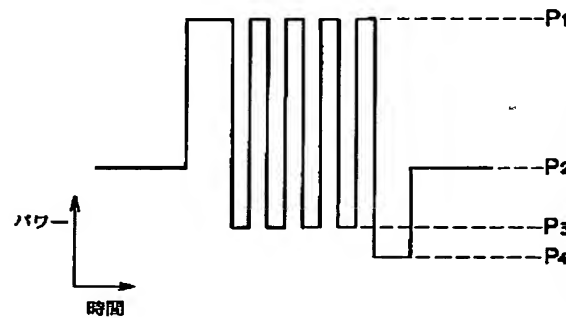
【図6】



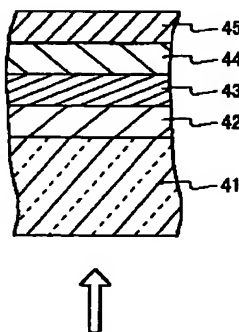
【図4】



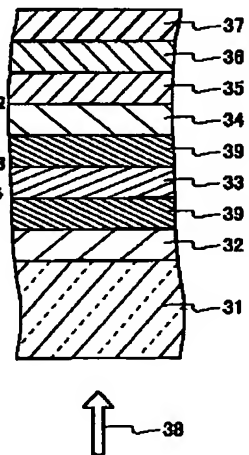
【図5】



【図8】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 7/00	6 2 6	G 1 1 B 7/00	6 2 6 Z
7/26	5 3 1	7/26	5 3 1

(72) 発明者 山田 昇  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
 産業株式会社内

(72) 発明者 大田 啓之  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
 産業株式会社内

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第4区分

【発行日】平成15年4月11日(2003.4.11)

【公開番号】特開2000-215516(P2000-215516A)

【公開日】平成12年8月4日(2000.8.4)

【年通号数】公開特許公報12-2156

【出願番号】特願平11-218722

【国際特許分類第7版】

G11B 7/24 538

522

533

535

7/00 626

7/26 531

【F I】

G11B 7/24 538 C

538 A

522 R

533 J

535 D

7/00 626 Z

7/26 531

【手続補正書】

【提出日】平成14年12月25日(2002.12.25)

【補正対象項目名】0141

【補正方法】変更

【手続補正1】

【補正内容】

【補正対象書類名】明細書

【0141】(表3)

No.	光吸収層		反射層		光学計算		測定結果		
	材料	膜厚 (nm)	材料	膜厚 (nm)	Ac/Aa	ΔR (%)	C/N比	消去率	シフト
31	PbTe	20	Au	10	1.12	19.3	B	B	C
32	PbTe	20	Au	20	1.13	19.5	A	B	B
33	PbTe	20	Au	40	1.15	19.5	A	A	A
34	PbTe	20	Au	80	1.16	19.4	A	A	A
35	PbTe	5	Au	80	1.04	16.5	B	C	C
36	PbTe	10	Au	80	1.15	18.0	A	B	B
37	PbTe	40	Au	80	1.06	19.6	A	C	C
38	PbTe	60	Au	80	1.06	19.8	B	C	D
39	PbTe	20	Pd	80	1.11	19.8	B	B	B
40	PbTe	20	Cr	80	1.04	19.8	B	C	C
41	Al	20	Au	80	0.89	16.8	B	D	D
42	Pd	20	Au	80	0.97	18.5	A	D	C
43	Cr	20	Au	80	1.13	19.4	A	A	A
44	Cr	20	Al	80	1.05	19.6	B	C	C
45	Au	20	PbTe	80	0.93	17.3	B	D	D



46	TiN	60	Au	80	1.13	18.1	B	A	B
47	PbTe	40	Au	80	1.10	18.5	B	A	A
48	Ge <sub>80</sub> Cr <sub>20</sub>	40	Au	80	1.18	20.1	A	A	A
49	Ge <sub>80</sub> Cr <sub>20</sub>	40	Ag <sub>98</sub> Pd <sub>1</sub> Cu <sub>1</sub>	80	1.18	20.1	A	A	A

---